

DYNAMIKA KORYTA MORAVY VE VZTAHU K PŘÍBŘEŽNÍ VEGETACI NA ZÁKLADĚ STUDIA HISTORICKÝCH MAP A SOUČASNÝCH MĚŘENÍ: PŘÍPADOVÁ STUDIE ZE STRÁŽNICKÉHO POMORAVÍ

Dynamics of the Morava River changes in relation to riparian vegetation based on the study of old maps and contemporary measurements: a case study from the Strážnické Pomoraví

Mirek Smetana

Geografický ústav PŘF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: 106738@mail.muni.cz

(34-22 Hodonín)

Key words: channel morphology, lateral migration, riparian vegetation, meandering rivers, the Morava River

Abstract

The contribution summarizes preliminary results of the study of the relation between the continual changes of the Morava River planform and changes of floodplain land use in the period of 1841–2007. The analysed reach is approximately 12-kilometre long segment of the river between the towns of Rohatec and Bzenec (south-east Moravia, Czech Republic) which represents one of the last remaining quasi-natural reaches of the large meandering lowland rivers in the Czech Republic. Nine sets of historic maps and orthophotos were consulted in order to trace the evolution of the planform. The channel geometry was vectorised in each of the time layers and the land use of riparian zone was categorised and recorded. For each of the time layers the fundamental stream morphometric parameters were defined and the total and the average rate of annual lateral migration for studied periods and types of land use of floodplain were calculated. Obtained data show high variability in the intensity of annual migration of banks with various land use and the strong repercussions of the anthropogenically straightened reaches on upstream river segments.

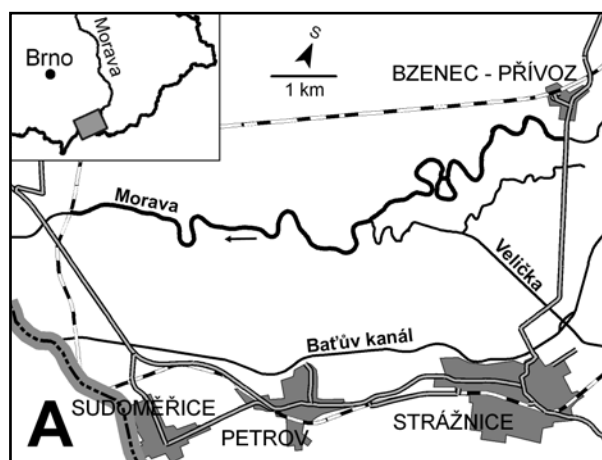
Úvod

Tvárnost a dynamika říčních koryt je mimo abiotických faktorů prostředí výrazně ovlivňována také biotickou složkou daného říčního koridoru. Mezi – z tohoto pohledu dominantní – biogeomorfologické faktory patří především existence či absence břehové a příbřežní vegetace a jejího charakteru (Hupp – Osterkamp 1996). V anglosaské literatuře jsou oba termíny (břehová vegetace – ‘bank vegetation’ a příbřežní vegetace – ‘riparian vegetation’) často užívány jako synonyma a různě zaměňovány, popřípadě je jimi souhrnně označována vegetace pokrývající svahy břehů i nejbližší části nivy, tedy celkový vegetační doprovod vodního toku. V českém prostředí je termín břehová vegetace (angl. ‘bank vegetation’) užíván v užším slova smyslu, a to pro vegetaci rostoucí na břehových svazích koryta, tedy mezi dnem a břehovou hranou. Příbřežní vegetací (angl. ‘riparian vegetation’) je potom myšlen vegetační pokryv nivy v těsné blízkosti toku, avšak ne pod břehovou hranou. Interpretace vlivu jednotlivých typů vegetačního doprovodu na utváření říčních koryt a erozní procesy příbřežních zón je v současné době celosvětově široce diskutovaným tématem s nejednoznačnými závěry (Bennet – Simon 2004, Trimble 2004). Příbřežní vegetace modifikuje jak mechanické, tak hydrologické vlastnosti břehů, přičemž v mnoha případech má především bioprotekční účinky. Intercepcí snižuje celkový přísun dešťové vody do půdy, její promáčení shora a splach povrchových vrstev. Kořenový systém zase často do značné míry stabilizuje stěny břehů, a to jak přímo, tak nepřímo. Jednak mechanicky brání jejich sesypávání, absorpcí vody a snižováním hydrostatického tlaku v půdních pórech pak zvyšuje soudržnost půdních částic (Pollen et al. 2004). Příbřežní vegetace však může působit na břehy také bioerozivně. Kořenový systém je v některých případech schopen naopak významně rozrušit půdní matrix a zvýšit tak labilitu břehového svahu, podemleté břehy

se mohou hroutit pod vahou biomasy příbřežní zóny atd. Břehová eroze v lesních úsecích vodních toků pak může být, oproti konvenčně zažitým představám, například dynamičtější než v nelesních úsecích (Abernethy – Rutherford 1998, 2000a, 2000b).

Řeka Morava se na území současného přírodního parku Strážnické Pomoraví vyvíjela velmi dynamicky již v historické době a je tomu tak i v současnosti. Z tohoto území jsou navíc relativně dobře dostupné historické mapové podklady, zachycující jak změny trasování koryta, tak změny vegetačního pokryvu blízkého okolí toku. Toto území se proto jeví jako vhodné pro studium vztahů mezi dynamikou koryta a vegetačním doprovodem většího vodního toku.

Hlavním předmětem výzkumu, jehož průběžné výsledky jsou prezentovány níže, je stanovení rychlosti a míry



Obr. 1: Lokalizace zájmové oblasti a schematická mapka studovaného úseku Moravy.

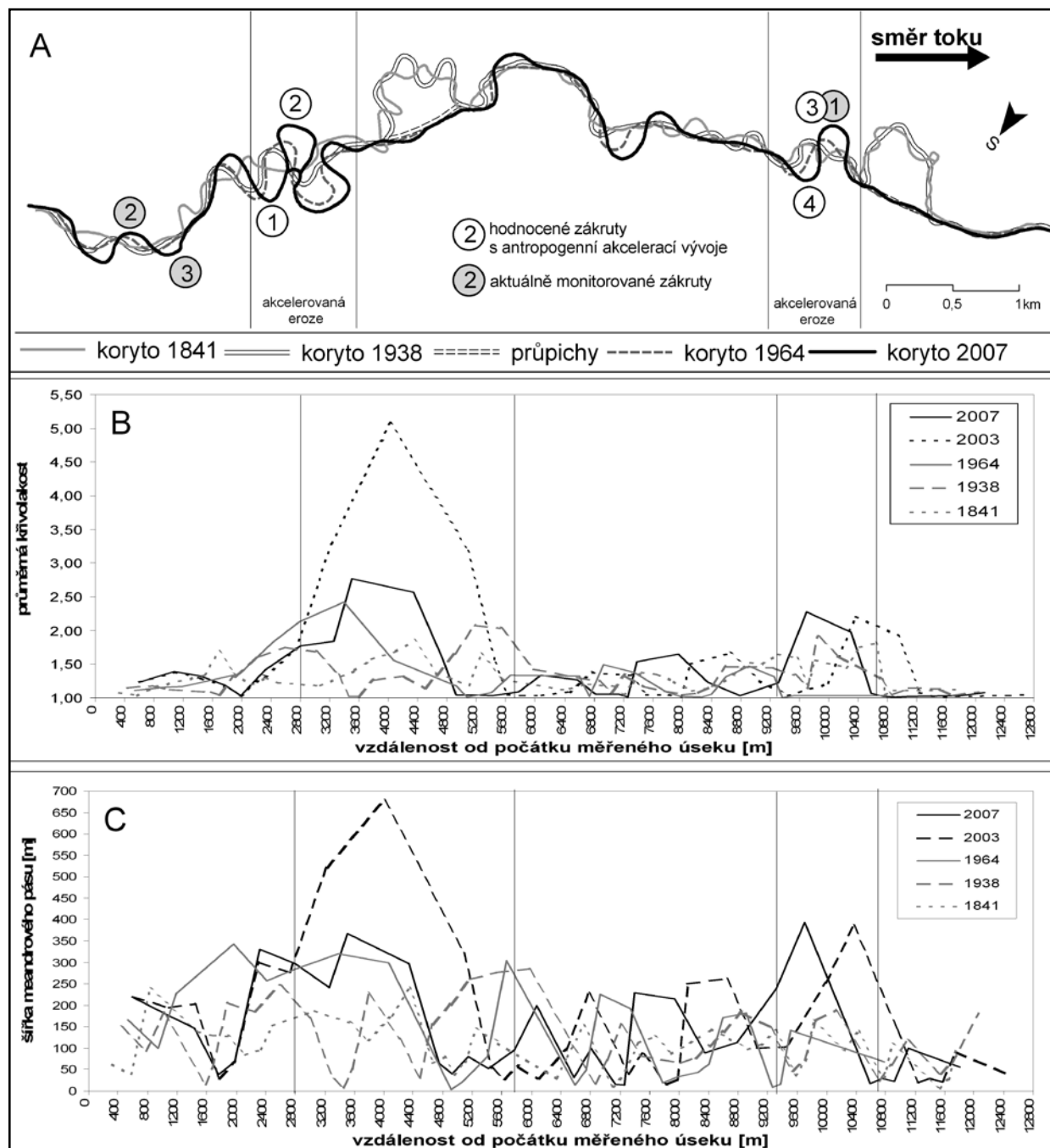
Fig. 1: Location of the area of interest and schematic map of the studied reach of the Morava River.

laterálních posunů koryta řeky Moravy v závislosti na rozdílných typech vegetačního pokryvu nivy. Analýza těchto vztahů je prováděna ve dvou časoprostorových měřítkách.

Zájmové území

Zájmovým úsekem analýzy je zhruba 12 km dlouhý segment koryta Moravy mezi silničním mostem u Bzenice-Prívazu a železničním mostem v Rohatci u Hodonína

(obr. 1). Niva je zde tvořena 6 až 9 m mocnými fluvialními šterkopísky, překrytými poměrně silnou vrstvou povodňových hlín, na pravém břehu pak 10–22 m mocným příkrovem vátých písků tzv. Moravské Sahary. Koryto dosahuje průměrné šířky 55–65 m, přičemž v celém úseku se projevuje jeho výrazná hloubková eroze, takže hladina řeky se nachází v průměru 4–6 m pod úrovní současné nivy. Průměrný roční průtok na stanici Strážnice (cca 100 m



Obr. 2A – Plán hlavního koryta Moravy v letech 1841, 1938, 1964 a 2007. Bílé kolečko značí zákruty s antropogenně akcelerovanou erozí, pro něž byly počítány meziroční míry laterální migrace v dlouhodobém měřítku. Šedé kolečko značí aktuálně monitorované zákruty; B – průměrná křivolakost koryta vypočtená klouzavou metodou; C – šířka meandrového pásu v inflexních bodech koryta. V plánu i v grafech jsou tenkými liniemi vyznačeny úseky s antropogenně akcelerovanou dynamikou vývoje.

Fig. 2A – Plan of the Morava River main channel in 1841, 1938, 1964 and 2007. The white circles indicate river bends with anthropogenic acceleration of erosion for which the long-term annual rates of lateral migration were calculated. The gray circles show currently monitored bends; B – average channel sinuosity calculated by moving method; C – width of the meander belt in the inflexions of the channel. Reaches with anthropogenic accelerated erosion are marked both in the graphs and plan with thin lines.

nad hranicí úseku proti proudu) je $59,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Aktuální vegetační doprovod toku tvoří pouze v několika málo rozsáhlých segmentech původní měkký luh s přirozenou skladbou dřevin (přírodní rezervace Oskovec I a II). Podél většiny zájmového úseku převažují uměle vysázené lesní komplexy s dominancí jasanu, topolu či ořešáku černého, popřípadě borovice (na písčích, v přírodní rezervaci Osypané břehy). Významný podíl zaujímají intenzivně obdělávaná pole, která často dosahují až k břehovým hranám.

Morfodynamika koryta v celém zájmovém území je výrazně urychlena díky antropogenní modifikaci řeky (napřímení a zkapacitnění koryta, redukce břehových a příbřežních porostů, ...) nad i pod tímto úsekem. Nejrazantnějším přímým lidským zásahem do samotného koryta byla realizace dvou průpichů silně vyvinutých meandrů (obr. 2A) v letech 1939–1942, která se projevila rozrůzněním dynamiky erozně-akumulačních procesů v rámci celého úseku. V současné době jsou již antropogenní tvary koryta těchto segmentů zcela zahlazeny a koryto si v celé délce zachovává svůj přirozený ráz. Fluviální procesy zde probíhají víceméně nerušeně a bez dalších přímých antropogenních zásahů. Takovýto stav a „ponechaná volnost vývoje“ je přitom u řeky této velikosti v podmínkách České republiky zcela výjimečná.

Použitá metodika

V prvním kroku byly v softwaru ArcMap 9.2 (ESRI) vektorizovány průběhy středových linií a břehových hran zájmového úseku koryta v 9 časových řezech v rozmezí let 1841–2007. Jako podklad posloužily digitalizované georeferencované mapy II. a III. vojenského mapování (1 : 25 000 a 1 : 28 800) z let 1841 a 1876, sady československých topografických map z let 1955, 1964, 1987 a 1991 (shodně 1 : 25 000, respektive 1 : 10 000) a digitální ortofotosnímky z let 2003 a 2007 (1 : 5 000). K překlenutí období mezi lety 1876–1953 bylo použito digitalizovaných leteckých snímků z roku 1938, na nichž je mj. zachyceno provádění jediných antropogenních úprav koryta, a to napřimování toku umělými průpichy. Uměle vytvořené segmenty koryta tak bylo možné snadno a velmi přesně identifikovat. Morfometrie koryta v jednotlivých časových vrstvách byla kvantitativně analyzována. Byly identifikovány inflexní body jednotlivých zákrutů a klouzavým způsobem (s krokem jednoho segmentu koryta mezi inflexy) byla vypočtena vlnová délka koryta. Prostým porovnáním vývoje počtu inflexů v čase je tak možné usuzovat na dynamiku laterálních posunů koryta a transformaci koryta směrem k vyšší, popřípadě nižší křivolakosti. Dále byla identifikována osa meandrového pásu jako spojnice inflexních bodů a následně graficky určena šířka meandrového pásu, jako součet maximální amplitudy předchozího a následného zákrutu, příslušného k danému inflexnímu bodu.

Na základě mapových podkladů byly vždy pro každou časovou vrstvu rozlišeny typy využití území přilehlé nivy ('land use') u obou břehových hran koryta. Vzhledem

k špatné podrobnější rozlišitelnosti jednotlivých typů porostů byly vytvořeny pouze tři kategorie: intenzivně obdělávaná pole, lesní porosty a trvalé travní porosty (do nichž byly zahrnuty také plochy s rozvolněně se vyskytujícími dřevinami). V dalším kroku byly naložením vždy dvou vrstev vektorizovaných průběhů koryta na sebe vytvořeny jednotlivé „polygony erodované plochy“, vypočtena jejich plocha a obvod (obr. 3). Polygonům byl přiřazen parametr typu 'land use' břehu, který v konkrétním časovém období zaznamenal ústup. Danému polygonu byl vždy přiřazen takový typ 'land use', který s přihlédnutím k oběma časovým vrstvám, z nichž je polygon složen, pokrýval víc než 50 % obvodu polygonu.

Následně byly polygony v rámci jednotlivých časových období sloučeny do skupin podle parametru 'land use' (tab. 1) a pro výše uvedené tři kategorie 'land use' byla vypočtena průměrná míra laterální migrace břehů (M_r ; ve smyslu 'lateral migration distance' in Micheli et al. 2004) podle vztahu:

$$M_r = P/(O/2),$$

kde P je plocha polygonu erodované plochy (odpovídá ploše nivy oderodované daným segmentem koryta

Obr. 3: Polygon erodované plochy – vzniká protnutím středových linií koryt ze dvou časových horizontů. Průměrná délka koryta příslušného k danému polygonu v časovém intervalu (t+1)-t je počítána jako polovina obvodu tohoto polygonu. Průměrná míra laterální migrace je počítána jako podíl plochy polygonu (P) a průměrné délky příslušného úseku koryta.

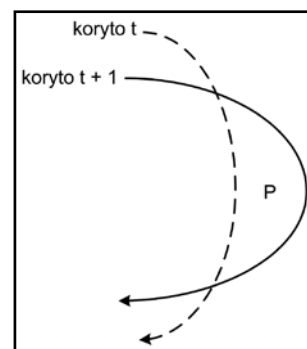


Fig. 3: Eroded area polygon – it is created by intersecting two channel centerlines from different time horizons. The average stream length over the time interval (t+1)-t is equal to one-half of the polygon perimeter. The average rate of lateral migration is calculated by dividing the polygon area (P) by the average stream length.

období	POLE			LES			TTP		
	M_r [m]	σ	počet členů	M_r [m]	σ	počet členů	M_r [m]	σ	počet členů
1841–1876	1,09	0,48	8	0,64	0,37	24	0,51	0,54	14
1876–1938	0,54	0,3	7	0,42	0,27	28	0,35	0,24	43
1938–1955	1,11	0,41	14	0,92	0,61	11	0,79	0,82	20
1955–1964	2,4	1,63	9	2,27	1,73	21	2,04	2,15	18
1964–1987	0,56	0,45	12	0,67	0,58	35	0,31	0,38	17
1987–1991	1,86	1,52	18	1,57	2,32	53	1,83	1,34	10
1991–2003	2,81	1,24	6	1,68	1,51	27	1,55	1,41	34
2003–2007	1,6	1,2	9	0,84	0,64	101	0,33	0,34	118

Tab. 1: Srovnání průměrné meziroční míry laterální migrace koryta pro jednotlivá sledovaná období a typy 'land use' nivy; M_r = průměrná meziroční míra laterální migrace koryta, σ = směrodatná odchylka, n = počet polygonů použitých k výpočtu. Tab. 1: Comparison of the average rate of annual lateral migration of channel for studied periods and types of land use of floodplain; M_r = average rate of annual lateral migration, σ = standard deviation, n = number of 'eroded area polygons' used for calculating.

za dané období), O je obvod polygonu erodované plochy a $O/2$ odpovídá průměrné délce daného segmentu koryta v průběhu časového období mezi dvěma příslušnými časovými řezy.

Průměrná meziroční míra laterální migrace břehu pak byla vypočtena analogicky, jako podíl M_r a počtu roků v příslušném časovém intervalu. Tento ukazatel nám tedy udává, o jakou vzdálenost (v metrech) postoupil v průměru jeden metr dlouhý segment koryta daného polygonu za každý jeden rok příslušného časového intervalu.

V úsecích, které byly na základě rozboru dynamiky změn morfometrických parametrů v čase vyhodnoceny jako silně ovlivněné umělými úpravami koryta, byly pro srovnání vlivu úprav na dynamiku toku analogickým způsobem samostatně analyzovány 4 vybrané zákruty/meandry (obr. 2, tab. 2).

Souběžně s rozбором historické dynamiky koryta (tzv. „od stolu“) bylo na jaře 2009 zahájeno pravidelné terénní geodetické přeměřování 3 nárazových břehů vybraných reprezentativních zákrut koryta (obr. 2), které

má poskytnout data pro srovnávací analýzu aktuální dynamiky řeky s historickým stavem. Doposud získaná data však nepostačují k tvorbě jednoznačných závěrů, pro které bude třeba vytvořit delší časovou řadu měření.

Výsledky a diskuze

Úvodní grafické určení a srovnání základních morfometrických charakteristik ukázalo významnou dynamiku polohových změn zájmového koryta ve zkoumaném časovém období. Podle mapy z roku 1841 bylo na korytě identifikováno 48 inflexních bodů a celková křivolakost koryta (počítaná k ose meandrového pásu) byla 1,29. V následných obdobích počet inflexních bodů klesal (1876 – 46 inflexů, 1932 – 42 inflexů) a zároveň mírně klesala jeho křivolakost. Tok se postupně transformoval v tom smyslu, že se začaly dynamičtěji vyvíjet meandry většího poloměru, avšak méně zpeřené, přičemž tento trend trval až do 30. let 20. století, kdy byl přerušen realizací dvou průpichů (viz výše). Umělé napřímení koryta ve dvou nejzpeřenějších úsecích mělo za následek dramatický pokles počtu

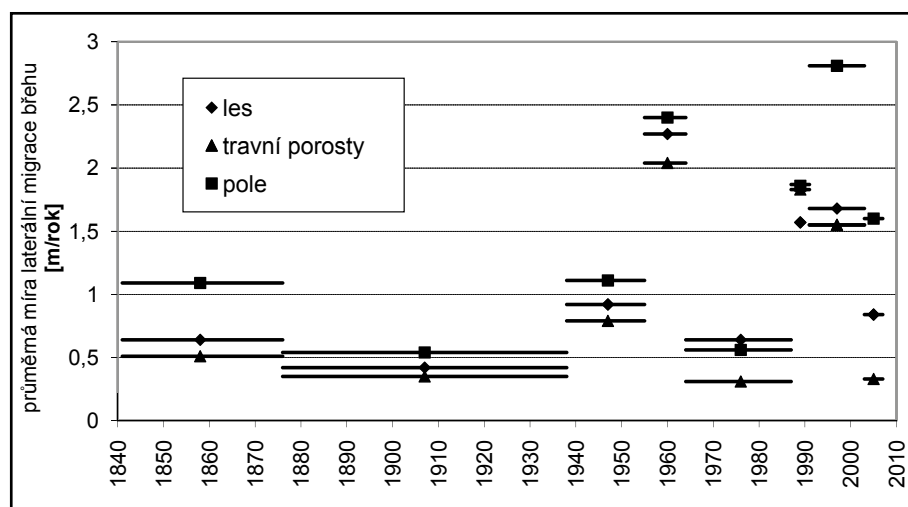
inflexních bodů i křivolakosti (1955 – 27 inflexů). Od té doby se počet inflexů i křivolakost koryta opět zvyšují, avšak do současnosti nedosáhly původní míry z roku 1841 (v roce 2007 – 35 inflexů, křivolakost 1,28). Vývoj transformace polohových změn koryta ve vybraných letech spolu s lokalizací provedených průpichů ukazuje obrázek 2.

Tabulka 1 (grafické znázornění – obr. 4) shrnuje základní výsledky výpočtu míry meziroční migrace nárazových břehů jednotlivých zákrut. Téměř ve všech dílčích analyzovaných obdobích vykazovaly nejvyšší rychlost laterálních posunů říční úseky, u nichž k břehům dosahovalo intenzivně obdělávané pole. Následovaly (poměrně překvapivě) lesní úseky a nejméně ustupovaly břehy s trvalými travními porosty. Výjimkou je pouze období 1964–1987, kdy nejvyšší rychlost laterálního ústupu měly břehy, na nichž rostl les ($M_r = 0,67$ m/rok), až pak následovaly polní úseky ($M_r 0,56$ m/rok) a nejnižší dynamiku eroze měly břehy pokryté travními porosty s rozvolněnými dřevinami ($M_r 0,31$ m/rok). Interpretace

období	meandr 1			meandr 2			meandr 3			meandr 4		
	land use	M _r [m]	změna M _r [%]	land use	M _r [m]	změna M _r [%]	land use	M _r [m]	změna M _r [%]	land use	M _r [m]	změna M _r [%]
1841–1876	les	1,1	58	TTP	0,1	-30	les	0,5	-22	les	0,1	-84
1876–1938	les	0,1	-76	TTP	0,1	-71	les	0,5	19	les	0,2	-52
1938–1955	pole	0,8	-36	TTP	1,2	52	pole	1,7	53	les	1,1	20
1955–1964	pole	0,8	-66	les	9,1	301	pole	4,0	67	les	3,8	67
1964–1987	pole	1,2	114	les	0,4	-68	pole	0,6	7	les	1,6	139
1987–1991	les	1,0	-36	les	3,4	117	pole	2,7	45	les	2,9	85
1991–2003	les	4,7	179	les	4,7	180	pole	0,5	-82	les	0,3	-83
	pole	4,2	49									
2003–2007	les	1,0	19	les	0,7	9	pole	0,5	-69	les	1,9	126

Tab. 2: Průměrné meziroční míry laterální migrace koryta (M_r) vybraných zákrutů s antropogenně akcelerovanou dynamikou. Záporná hodnota znamená snížení průměrné meziroční míry migrace oproti průměru této hodnoty pro celý sledovaný úsek (v procentech).

Tab. 2: The average rates of annual lateral migration (M_r) of selected bends with anthropogenic acceleration of dynamics. The negative numbers mean decreasing of the average annual migration rate in comparison with the entire studied river reach (percentage).



Obr. 4: Srovnání průměrné meziroční míry laterální migrace pro jednotlivá sledovaná období a typy 'land use' nivy.

Fig. 4: Comparison of the average rate of annual lateral migration for studied periods and types of land use of floodplain.

tohoto stavu není jednoznačná. Na jednu stranu je zřejmé, že při konečném výpočtu dochází k dílčímu nadhodnocení rychlosti laterální eroze v lesních úsecích, protože tyto se ve velké míře nachází v segmentech koryta vyhodnocených jako antropogenně akcelerované (obr. 2A). Nicméně, jak prokázaly výpočty u vybraných reprezentativních zákrutů těchto akcelerovaných úseků, vybrané zákruty/meandry zdaleka ne vždy v průběhu analyzované doby vykazovaly významně zrychlenou erozi břehů (viz tab. 2). Původně uměle vytvořené segmenty koryta, které byly na březích osázené jednořadými alejemi dřevin a není na nich dosud plně vyvinuto meandrování, zase relativně snižují a zkreslují informace o přirozené míře laterální migrace řeky v úsecích s trvalými travními porosty a roztroušenými dřevinami.

U úseků, které byly na základě vizuálního srovnání historických map a následného rozboru základních morfologických parametrů křivolakosti (obr. 2B) a šířky meandrového pásu (obr. 2C) vyhodnoceny jako antropogenně akcelerované, se původně předpokládalo mimo jiné také skokové navýšení míry meziroční eroze nárazových břehů u všech kategorií 'land use' nivy. Rozbor dynamiky eroze břehů u vybraných 4 meandrů vyvinutých v těchto úsecích však tento předpoklad jednoznačně nepotvrdil. U všech čtyř meandrů (lišících se jak velikostí, tvarem a typem materiálu břehů, tak typem vegetačního pokryvu nivy) nevykazují míry meziroční laterální migrace nárazových břehů pouze nárůsty, ale v mnoha případech také snížení dynamiky ústupu oproti průměru v segmentech se shodným land use.

Závěr

Autor si je vědom faktu, že výše popsaná analýza nebere v úvahu velké množství proměnných, které vliv vegetace na erozivnost břehů dále ovlivňují. Sem patří například hydrologický režim toku a velikost, četnost a rozložení povodní ve sledovaném období. Je také nutné si uvědomit, že souběžně se změnami trajektorie koryta probíhá ve sledovaném území dlouhodobě také proces

jeho celkového zkapacitňování. V celém zájmovém úseku se dlouhodobě projevuje výrazná hloubková eroze a rozšiřování koryta. Stehlík (2008) například uvádí, že průměrná šířka koryta odpovídala v roce 2006 (64 m) řádově součtu průměrných šířek dvou hlavních koryt původního anastomózního říčního systému (Moravy a Morávky) v polovině 19. století. Zatímco v minulosti tak řeka vybřežovala v průměru jednou do roka (Pilařová 2007), v současnosti je koryto naplněno po břehové hrany až při pětileté vodě (Brázdil et al. 2010). Získaná data o dynamice laterálních posunů koryta byla proto sice konfrontována s daty o povodňových situacích na profilu Strážnice, jak nejnověji uvádí Brázdil (2011), nicméně nebyl mezi nimi nalezen žádný dostatečně silný korelační vztah. Jejich analýza si z výše uvedených důvodů žádá podrobnější rozbor, zahrnující také kvantifikaci dynamiky zařezávání řeky do nivy.

Aktuálně tak lze prozatím konstatovat, že vypočtené průměrné meziroční míry laterální migrace koryta řeky Moravy v přírodním parku Strážnické Pomoraví se mezi sebou významně liší. Velké rozdíly (v rádech desítek až stovek procent) jsou jak mezi jednotlivými sledovanými obdobími, pro něž byly konstruovány polygony erodované plochy, tak v rámci těchto jednotlivých období mezi třemi základními rozlišovanými typy vegetačního pokryvu břehů. Vliv jednotlivých typů vegetačního pokryvu nivy na dynamiku laterálních posunů břehových hran koryta ve sledovaném území je vysoce pravděpodobný, nicméně prozatím se ho nepodařilo dostatečně interpretovat, mimo jiné kvůli velkému množství dalších relevantních činitelů, které bude nutné podrobit dalším analýzám. Předložený příspěvek tak mimo prezentaci počátečního setu získaných základních dat pokládá další otázky a náměty v oblasti výzkumu fungování biogeomorfologických činitelů v říční krajině.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu reg. č. 205/08/0926 „Environmentální význam mrtvého dřeva v říčních ekosystémech“ financovaného GA ČR.

Literatura

- Abernethy, B. – Rutherford, I. D. (1998): Where along the river's length will vegetation most effectively stabilise stream banks? – *Geomorphology*, 23, 55–75.
- Abernethy, B. – Rutherford, I. D. (2000a): The Effect of Riparian Tree Roots on The Mass-Stability of Riverbanks. – *Earth Surface Processes and Landforms*, 25, 921–937.
- Abernethy, B. – Rutherford, I. D. (2000b): Does the weight of riparian trees destabilize riverbanks? – *Gegulated Rivers: Research and Management*, 16, 565–576.
- Bennet, S. J. – Simon, A. (eds.) (2004): *Riparian Vegetation and Fluvial Geomorphology*. pp. 282. American Geophysical Union, Washington, DC.
- Brázdil, R. – Máčka, Z. – Řezníčková, L. – Soukalová, E. – Dobrovolný, P. – Grygar, T. (2011): Floods and floodplain changes of the River Morava, the Strážnické Pomoraví region (Czech Republic) over the past 130 years. – *Hydrological Sciences Journal*. 27 s. (submitted).
- Grygar, T. – Světlík, I. – Lisá, L. – Koptíková, L. – Bajer, A. – Wray, S. D. – Ettler, V. – Mihaljevič, M. – Nováková, T. – Koubová, M. – Novák, J. – Máčka, Z. – Smetana, M. (2010): Geochemical tools for the stratigraphic correlation of floodplain deposits of the Morava River in Strážnické Pomoraví, Czech Republic from the last millennium. – *Catena*, 80, 106–121.
- Hupp, C. R. – Osterkamp, W. R. (1996): Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. – *Geomorphology*, 14, 277–295.
- Micheli, E. R. – Kirchner, W. – Larsen, E. W. (2004): Quantifying The Effect of Riparian Forest versus Agricultural Vegetation on River Meander Migration Rates, Central Sacramento River, California, USA. – *River Research and Applications*, 20, 537–548. Chichester.
- Pilařová, Z. (2007): Historické a současné povodně na řece Moravě a jejich dopady na ukládání sedimentů v oblasti Strážnického Pomoraví. – MS, diplomová práce PřF MU. Brno.
- Pollen, N. – Simon, A. – Collins, A. (2004): Advances in Assessing the Mechanical and Hydrologic Effects of Riparian Vegetation on Streambank Stability. – *Water Science and Application*, 8, 125–139.
- Stehlík, F. (2008): Analýza polohových změn koryt řeky Moravy ve Strážnickém Pomoraví: vliv regulace na dynamiku toku. – In: Roszková, A. – Vlačíky, M. – Ivanov, M. (eds.): *Sborník příspěvků ze semináře 14. kvartér 2008*. 24–25 Ústav geologických věd PřF MU. Brno.
- Trimble, S. W. (2004): Effect of Riparian Vegetation on Stream Channel Stability and Sediment Budgets. – *Water Science and Application*, 8, 151–162.